

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION MEASURING APPARATUS

Publication number: JP8015125 (A)

Publication date: 1998-01-19

Inventor(s): KOSAKA TOKIHIRO

Applicant(s): TOA MEDICAL ELECTRONICS

Classification:

- international: G01N15/02; G01N15/12; G01N15/02; G01N15/10; (IPC1-7): G01N15/12; G01N15/02

- European:

Application number: JP19940153781 19940705

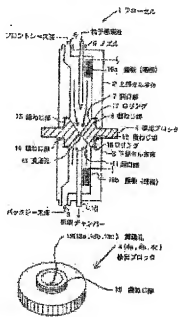
Priority number(s): JP19940153781 19940705

Also published as:

JP3499003 (B2)

Abstract of JP 8015125 (A)

PURPOSE: To obtain a particle size distribution measuring apparatus employing a sheath flow system by which the particle size distribution can be measured quickly with high accuracy even when the sample particles have a wide distribution width while simplifying the operation for unclogging a through hole or the like, **CONSTITUTION:** The particle size distribution measuring apparatus comprises upper and lower cell bodies 2, 3, a detection block 4 interposed between the cell bodies 2, 3 while having a through hole 13 for communicating a sample suspension between the cell bodies 2, 3, a pair of electrodes 19a, 19b disposed in the cell bodies 2, 3, and a sheath liquid supply section for feeding a sheath liquid through the through hole 13. The cell bodies 2, 3 are mounted detachably on the detection block 4. The detection block 4 comprises subblocks 4a, 4b, 4c each having through a through hole 13a, 13b, 13c of different diameter.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

特開平8-15125

(43) 公開日 平成8年(1996)1月19日

(51) Int. Cl.⁵G 0 1 N 15/12
15/02

識別記号

A
Z

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-153781

(22) 出願日 平成6年(1994)7月5日

(71) 出願人 390014960

東亜医用電子株式会社
兵庫県神戸市中央区港島中町7丁目2番1号

(72) 発明者 小坂 時弘

神戸市中央区港島中町7丁目2番1号 東
亜医用電子株式会社内

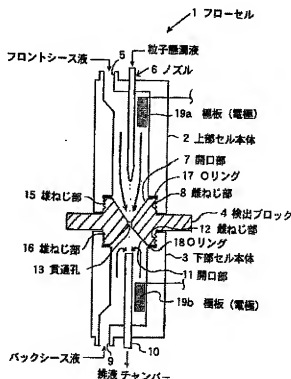
(74) 代理人 弁理士 野河 信太郎

(54) 【発明の名称】 粒度分布測定装置

(57) 【要約】

【目的】 試料粒子が広い粒度分布巾を有する場合でも迅速で精度の高い粒度分布測定が可能であり、貫通孔の詰まり除去などの操作面における煩雑さが低減されたシースフロー方式を用いた粒度分布測定装置を提供する。

【構成】 粒度分布測定装置は、上下のセル本体2、3と、セル本体2、3の間に配置され試料懸濁液が一方から他方へ通過可能な貫通孔13を有する検出ブロック4と、セル本体2、3内に配置された一対の電極19と、シース液を貫通孔13に流通させるシース液供給部29とを備え、セル本体2、3が、検出ブロック4に着脱可能に形成されている。検出ブロック4は、口径の異なる貫通孔13a、13b、13cをそれぞれ1つだけ有する検出ブロック14a、14b、14cにより構成されている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料懸濁液及びシース液を流すフローセルと、

このフローセルの間に配置され試料懸濁液及びシース液が通過可能な貫通孔を有する検出ブロックと、

貫通孔をはさんでフローセル内に配置される一対の電極とを備え、

前記電極により、試料懸濁液がシース液に包み込まれて貫通孔を通過する際の電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスに基づき試料懸濁液中の粒子の粒度分布を測定するシースフロー方式の粒度分布測定装置であって、

前記検出ブロックが、フローセルに対して着脱可能に構成されてなる粒度分布測定装置。

【請求項2】 フローセルが、検出ブロックを挟んで分割可能に形成されてなる請求項1記載の粒度分布測定装置。

【請求項3】 検出ブロックが、フローセルを水密に封止しかつフローセルと着脱する着脱部を有する請求項1及び2記載の粒度分布測定装置。

【請求項4】 着脱部が、検出ブロックの両側部分に互いに逆ねじを形成してなる請求項3記載の粒度分布測定装置。

【請求項5】 貫通孔が、開口両端部に外方に向かって拡大したテーパ面をそれぞれ有する請求項1記載の粒度分布測定装置。

【請求項6】 さらに、試料懸濁液中に粒度分布測定保証範囲の最小粒径および/または最大粒径を超える粒子が予め設定された割合以上に含まれる際に、メッセージを出力するメッセージ出力手段を有する請求項1記載の粒度分布測定装置。

【請求項7】 さらに、測定した粒子の粒度分布が貫通孔の測定保証範囲に対して広すぎる際に、粒度分布測定保証範囲が一部オーバーラップする口径の異なる貫通孔を用いて測定し、各貫通孔によって得られた複数の粒度分布を重ね合わせて1つの粒度分布を求める補正手段を有する請求項1記載の粒度分布測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は粒度分布測定装置に関し、さらに詳しくは、ファインセラミックス粒子、顔料、化粧品用パウダー等の粉体粒子の粒度分布の測定を対象とし、試料懸濁液を貫通孔に流し電気インピーダンスの変化に基づき試料懸濁液中の粒子を測定する電気的検知帯法において、試料懸濁液をシース液により囲んで貫通孔に流すシースフロー方式を用いた粒度分布測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、血液中の血球、セメントの粉、ラテックス等の工業用粒子の粒度分布を測定するには、電

2

気的検知帯法が用いられている。電気的検知帯法では、電解質溶液中に貫通孔を1つ有する隔壁を設け、貫通孔をはさんで電極を配置し、電解質溶液中に対象となる粒子を分散させた試料懸濁液を貫通孔に通して流す。粒子が貫通孔を通過する時、電気抵抗が瞬時的に変化し電圧パルスが生じる。そのパルス高さは粒子体積を反映しているため、粒子の球相当径が形状にほとんど影響されずに測定でき、この結果をもとに試料粒子の体積基準の粒度分布を求めることができる。

【0003】 電気的検知帯法においては、貫通孔を通過する際の粒子の通過位置によって検出信号の強度に差が生じること、接近して通過した複数の粒子が1個の粒子として計測されること、貫通孔を通過後の粒子が貫通孔周辺に滞留してノイズの原因になること等がありこれらを解決するためにシースフロー方式が従来から採られている。シースフロー方式の粒度分布測定では、フローセル内の試料懸濁液の流れを別の液体（シース液）で取り囲み、試料懸濁液を細く絞ることによって、液中の粒子を貫通孔の略中心部に一列に導入することにより、誤差の少ない粒度分布を求めることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 電気的検知帯法では、貫通孔の口径により測定できる粒子の大きさが制限される。たとえば、粒子の大きさが貫通孔の口径の1/3以下になると粒子からの信号とノイズの区別が困難になる。逆に、粒子が大き過ぎるとパルス高さと粒子体積のリニアリティがなくなり、さらには、貫通孔が詰まる。そこで、貫通孔の口径を変更するためにフローセルを交換しようとするれば、電極を含む配線、配管チューブの取り外しおよび取り付けが必要となり、対象とする試料粒子が広い粒度分布幅を有する場合には測定が煩雑になる。さらに、貫通孔が詰まった場合には、フローセルの両端から貫通孔の詰まりを除去せねばならない。フローセルの開口の大きさ等の制約があるのでこの作業は煩雑なものとなる。また、詰まりを完全に除去できない場合もある。このように従来は、効率的な測定が行い難かった。

【0005】 この発明の目的は、試料粒子が広い粒度分布幅を有する場合でも迅速で精度の高い粒度分布測定が可能であり、貫通孔の詰まり除去などの操作面における煩雑さが低減された粒度分布測定装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この発明にかかるシースフロー方式の粒度分布測定装置は、試料懸濁液及びシース液を流すフローセルと、このフローセルの間に配置され試料懸濁液及びシース液が通過可能な貫通孔を有する検出ブロックと、貫通孔をはさんでフローセル内に配置される一対の電極とを備え、前記電極により、試料懸濁液がシース液に包み込まれて貫通孔を通過する際の電気

3

インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスに基づき試料懸濁液中の粒子の粒度分布を測定するシースフロー方式の粒度分布測定装置であって、検出ブロックが、フローセルに対して着脱可能に形成されてなる。

【0007】フローセルは、検出ブロックを境にして分割可能に形成されているのが好ましい。また、検出ブロックは、ねじによるフローセルと着脱するための着脱部を有していてもよい。また、フローセルが、検出ブロックを水密に封止しかつフローセルと着脱する着脱部を有していてもよい。着脱部は例えばねじである。着脱部は、検出ブロックの両側部分に互いに逆ねじを形成したものが好ましい。貫通孔は、開口両端部に外方に向かって拡大したテーパ面をそれぞれ有していてもよい。これにより、貫通孔の開口縁部に電界が集中しないようにできるという利点や検出ブロックをフローセルの位置決めを精密に行う必要がなくなるという利点が得られる。ここにおいてテーパ面とは、断面形状が直線となるよう整形されたC面、断面形状が曲線となるよう整形されたR面あるいは放物面を含んでいる。

【0008】さらに、粒度分布測定装置は、試料懸濁液中に粒度分布測定保証範囲の最小粒径および/または最大粒径を越える粒子が予め設定された割合以上に含まれる際に、メッセージを出力するメッセージ出力手段を設けてもよい。メッセージ出力例としては使用した貫通孔が不適当である旨、測定した粒子の粒度分布幅が貫通孔の測定保証範囲に対して広すぎるという旨、測定に使用した貫通孔とは別の貫通孔を用いて再測定すべき旨を出力してもよい。推奨する貫通孔の種類（推奨口径）を出力してもよい。これらを出力する手段としては、表示装置（CRTやプリンタ）に文章で表示してもよくLEDを発光させてもよく、ブザーで警告音として出力してもよい。

【0009】さらに、粒度分布測定装置は、測定した粒子の粒度分布巾が貫通孔の測定保証範囲に対して広すぎる際に、粒度分布測定保証範囲の一部オーバーラップする口径の異なる貫通孔を用いて測定し、各貫通孔によって得られた複数の粒度分布を重ね合わせて1つの粒度分布を求める補正手段を設けてもよい。なお、この粒度分布測定装置は、上記したメッセージ出力手段および補正手段をあわせもつものであってもよい。

【0010】

【作用】この発明のシースフロー方式の粒度分布測定装置では、試料懸濁液中の粒子の粒度分布の測定を行う際、まず、フローセルの間に所定の口径の貫通孔を有する検出ブロックを配置し、フローセル内に一對の電極を配置する。次に、試料懸濁液をシース液とともに検出ブロックの貫通孔に流通する。このとき、貫通孔を通過する試料懸濁液の流れをそのシース液で包み込むようにする。

【0011】次に、前記電極により、試料懸濁液がシース

4

ス液に包み込まれて貫通孔を通過する際の電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスに基づき試料懸濁液中の粒子の粒度分布を測定する。この装置では、フローセルが、検出ブロックを境にして分割可能に形成されているので、検出ブロックの交換が可能となる。さらに、前記検出ブロックがフローセルに着脱可能であるので、貫通孔に詰まりが生じた際の除去等のための取り外し操作が容易となる。さらに検出ブロックが、フローセル水密に封止しかつフローセルと着脱する着脱部を有するので、検出ブロックを交換しフローセルの間に所定の口径を有する貫通孔を任意に設定することができる。

【0012】検出ブロックが、その両側部分にねじによるフローセルとの着脱部を有しておれば、検出ブロックの交換が容易であり、さらに、着脱部は検出ブロックの両側部分に互いに逆ねじで形成すれば、検出ブロックを一方に傾けるだけでフローセルが検出ブロックを境にして両側部分に分割できるので、検出ブロックの取り外しおよび取り付けがきわめて容易となる。

【0013】貫通孔の開口両端部に外方に向かって拡大したテーパ面をそれぞれ形成すれば貫通孔の開口周辺における電界の過度の集中が防止され、測定の精度が向上する。また、貫通孔に流体が流れ易くなり検出ブロックとフローセルとの厳密な位置決めが不要になる。粒度分布測定装置がメッセージ出力手段を備えておれば、試料懸濁液中に、測定に使用した貫通孔の測定保証範囲の最小粒径および/または最大粒径に相当する粒子の頻度が予め設定された割合を越えること、すなわち、測定に使用した貫通孔の適否をいち早く知ることができる。

【0014】また、粒度分布測定装置が補正手段を備えておれば、測定保証範囲が一部オーバーラップする口径の異なる貫通孔を用いて測定し、補正手段により各貫通孔によって得られた複数の粒度分布を重ね合わせて1つの粒度分布を求めることができる。このため、従来のように測定終了後に行われる計算による結果を待つまでもなく粒度分布が測定終了と略同時に得られる。

【0015】

【実施例】図1は、この発明の一実施例によるシースフロー方式の粒度分布測定装置の一部であるシースフローセルを示す。フローセル1は、例えば樹脂を材料とした上部セル本体2および下部セル本体3と、上部および下部セル本体2、3の間に配置された検出ブロック4とから主に構成されている。上部セル本体2は、上端にフロントシース液の供給口5を有するとともに試料懸濁液供給用のノズル6が挿通されている。ノズル6は下端が先細りに形成されセル本体2内部に開口し、上端開口部はシース液供給部に接続されている。上部セル本体2の下端には開口部7が形成されている。開口部7の内周面には並目縁部8が形成されている。

【0016】一方、下部セル本体3は、下端にバックシース液の供給口9が形成されるとともに排液用の短管1

5

0が挿通されている。短管10の上端は下部セル本体3内部に開口し、下端開口部は排液チャンパーに接続されている。下部セル本体2の上端には開口部11が形成されている。開口部11のセル本体内部周面には並目雄ねじ部12が形成されている。雄ねじ部12は、上部セル本体2に形成された雄ねじ部8とつる巻線の巻き方向が異なる、逆ねじとして形成されている。検出ブロック4は、図2に示すように、一例として外径20mm、厚み10mmの円板状ブロックであり中心部に貫通孔13を有する。検出ブロック4は、異なる口径の貫通孔13a, 13b, 13c, ……をそれぞれ1つだけ有する複数の検出ブロック4a, 4b, 4c, ……が1組となって構成されている。貫通孔13の口径・粒子測定範囲は、例えば貫通孔13aが $200\mu\text{m}/6\sim 80\mu\text{m}$ 、貫通孔13bが $100\mu\text{m}/3\sim 40\mu\text{m}$ 、貫通孔13cが $50\mu\text{m}/1.5\sim 20\mu\text{m}$ である。検出ブロック4は貫通孔部分がセラミックスあるいはルビー等の精密加工が行えるものがより好ましい。

【0017】検出ブロック4の両主面には貫通孔13を中心としてそれぞれ上下方向に突出する並目雄ねじ部15が形成されている。雄ねじ部15は、上記した雄ねじ部8, 12とそれぞれ係合して上部および下部セル本体2, 3を着脱可能に接続できるように互いのつる巻線の巻き方向が異なる逆ねじで構成されている。雄ねじ部8, 12の各先端はオリング17, 18を介して雄ねじ部15の各先端と密着可能になっている。これにより、上部および下部セル本体2, 3は検出ブロック4を介して水密に封止され、貫通孔13を介して連通される。上部および下部セル本体2, 3の内部には、極板19aおよび19bからなる一対の電極19が配置されている。

【0018】図3に示すように、多貫通孔13の開口両端部には、外方に向かって拡大したテーパ面20が形成されている。テーパ面20はこの場合、C面、すなわち、断面形状が直線と整形された面であって同一の傾斜角を有している。傾斜角度は好ましくは $30\sim 60^\circ$ 、より好ましくは 45° である。テーパ面20はR面、すなわち、断面形状が曲線と整形された面で形成してもよい。この場合、R面の曲率半径は貫通孔12の口径によって異なる。検出孔の口径Dと長さ(パス長)Lの比 L/D は、1.2〜1.4となるより好ましくは1.2となるよう形成されている。L/Dが小さすぎると開口部の電界が不均一に形成され粒子の容積とパルス高さの比例関係が成立しにくくなる。また、L/Dが大きすぎると、検出孔内に複数の粒子が入り、検出される粒子の個数が不正確になる。

【0019】この発明の粒度分布測定装置0は、図4に示すように、セル本体2, 3に配置された極板19a, 19bに、電流供給部21、信号検出部22、増幅部23、波形処理部24、A/D変換部25、データ処理部26、出力回路部27および表示部28が接続された構

6

成となっている。上部セル本体2のフロントシース液供給口5および下部セル本体3のバックシース液供給口9は、チューブでシース液供給部29に接続されている。ノズル6はろ過装置30を介して試料液供給部31にチューブで接続されている。シース液供給部29および試料液供給部31は液体制御装置32により制御される。試料液供給部にはろ過装置30が設けられている。ろ過装置30は試料液供給部31から供給される試料液をろ過し、貫通孔を詰まらせるような大きなゴミ等の不要粒子を除去している。データ処理部26は、図5に示すように、CPU41、ROM42、RAM43および粒度分布作成のための制御を行う粒度分布作成制御部35と2つの粒度分布メモリ45, 46がバスにより接続され構成されている。CPU41は、得られた粒度分布データを読み出して必要な処理をおこなう。図示しない本体制御部は、キー入力を行う操作部47および流体供給部29, 31等を駆動する駆動回路48あるいは流体制御装置32と接続されている。

【0020】この実施例の粒子測定装置1は、以下の操作により測定を行う。なお、図6および図7はその測定手順をしめすフローチャートである。まず、ステップS1では、測定の準備として、対象とする試料の粒径に対応する検出ブロック4a, 4b, 4cの1つを選択し上部および下部セル本体2, 3の間に固定する。ここでは、各雄ねじ部15および雄ねじ部8, 12からなる着脱部が互いに逆ねじで構成されているので、セル本体2, 3間に検出ブロック4を置いて一方に振るだけで検出ブロック4がセル本体2, 3間に水密に封止されたフローセル1を構成することができる。フローセル1は各検出ブロック4ごとに予め装置定数が設定されている。

【0021】次に、ステップS2ではステップS1において選択された検出ブロック4の登録入力、装置定数の設定等の初期設定が行われる。次に、ステップS3において上部セル本体2内に測定の対象となる試料懸濁液を供給し、同時にステップS4において上部および下部セル本体2, 3内にシース液を供給する。セル本体2内に供給された各液は貫通孔13を通り抜け、排液用短管10から排液チャンパーに排出される。

【0022】シース液は、供給口5からフロントシース液として流入しノズル6の周囲を包み込むようにしてテーパ面20に流入している。ノズル6から吐出された試料液はフロントシース液に包まれながら徐々に収束され、貫通孔13を通過する際には、粒子が徐々にんだ状態になる。また、貫通孔13を通過した粒子を周囲から包みこんで短管10に導くバックシース液を供給口9から導入する。これにより、貫通孔13を通過した粒子が下部セル本体3で滞留することが妨げられ、貫通孔13通過後の急激な流速の低下が抑えられる。

【0023】ステップS5では、電流供給部21から所

7

定の電流が電極の間に供給され貫通孔13を通り抜ける際の試料の粒子が測定される。ここでは、貫通孔13を通り抜ける試料粒子数が抵抗検出信号のパルス数として、試料粒子の体積がパルス高さとして、電極19を介して信号検出部22で検出され各信号処理部23〜25を経てデータ処理部26に送られる。次にステップS6では、粒度分布データの作成が行われる。例えば、ステップ1において登録された測定に供される検出ブロック4bである場合、粒度分布作成制御部44は、第1粒度分布メモリ45にA/D変換部25から送られてくる測定データXを書積するよう命令する。粒度分布メモリ45のアドレスを測定データXの値に対応させておき、各測定データをアドレスに入し、そのアドレスで指定されたメモリの値を+1インクリメントすることにより粒度分布データF(X)が得られる。粒度分布メモリ46で作成された粒度分布データF(X)は演算処理された出力回路部27で%変換および数値変換され表示部28としてのCRT50あるいはプリンタ51に出力される。

【0024】このとき、粒度分布データF(X)は、図7のフローチャートで示したようなステップをへて表示部28に表示される。まず、ステップR1、R2、R5では、測定保証範囲の最小粒径又は最大粒径に相当する粒子の頻度が所定値を越えるか否かが判定される。具体的にはステップR1では測定に使用した貫通孔13bの測定保証範囲の最小粒径に相当する粒子の頻度が、粒度分布ピーク値に対する規定の割合h、例えば、ピーク値の5%を越えるか否かを判断する。ステップR1での結果がYESの場合は、ステップR2に移行する。ステップR2では、測定に使用した貫通孔13b(検出ブロック4b)の測定保証範囲の最大粒径に相当する粒子の頻度が、粒度分布ピーク値に対する規定の割合hを越えるか否かを判断する。ステップR2での結果がYESの場合には、ステップR3に移行する。

【0025】ステップR3では、ステップR1およびステップR2の判断にもとずき、対象粒子の粒度分布幅が貫通孔13bの測定保証範囲をオーバーしている旨、および、口径がより小さい貫通孔13a及び口径がより大きい貫通孔13cの双方を用いた再測定を奨励する旨が、例えば、CRT50にメッセージとして表示される。同時に、図8の頻度曲線の実線部分で示されたような粒度分布が、CRT50に表示される。ステップR2での結果がNOの場合には、ステップR4に移行する。ステップR4では、ステップR1およびステップR2の判断にもとずき、対象粒子の粒度分布が貫通孔13bの測定保証範囲hより小さい側に存在する旨、および、口径がより小さい貫通孔13aを用いた再測定を奨励する旨が、同様にCRT50にメッセージとして表示される。同時に、図9の頻度曲線の実線部分で示されたような粒度分布が、CRT50に表示される。

8

【0026】ステップR1での結果がNOの場合には、ステップR5に移行する。ステップR5では、測定に使用した貫通孔13bの測定保証範囲の最大粒径に相当する粒子の頻度が、粒度分布ピーク値に対する規定の割合hを越えるか否かを判断する。ステップR5での結果がYESの場合には、ステップR6に移行する。ステップR6では、ステップR1およびステップR5の判断にもとずき、対象粒子の粒度分布が貫通孔13bの測定保証範囲hより大きい側に存在する旨、および、口径がより大きい貫通孔13cを用いた再測定を奨励する旨が、同様にCRT50にメッセージとして表示される。同時に、図10の頻度曲線の実線部分で示されたような粒度分布が、CRT50に表示される。

【0027】ステップR3、R4あるいはR6でCRT50に表示されたメッセージをみた使用者は、図6のフローチャートのステップS7において再測定をおこなうか否かを判断する。ステップS7での判断がYESの場合には、ステップS7からステップS8に移行する。ステップS8ではセル本体2、3の間に固定された検出ブロック4bを、上記メッセージによって推奨された検出ブロック4aまたは4cに交換する。このとき、各検出部15および検出部8、12からなる着脱部が互いに逆ねじで構成されているので、検出ブロック4bを一方方向に振るだけでセル本体2、3が検出ブロック4bを境にして両側部分に分割できる。

【0028】セル本体2、3の間に検出ブロック4aあるいは4cを取り付け、前記ステップS2からステップS6の測定操作を同様の手順で繰り返す。このとき、ステップS2において検出ブロック4aあるいは4cの種類がデータ処理部26に登録される。ステップS6では、粒度分布作成制御部44が、選択された検出ブロック4aあるいは4cであることを判断して第2粒度分布メモリ46にA/D変換部25から送られてくる測定データXを書積するよう命令する。第2粒度分布メモリ46で作成された粒度分布データF(X)は前記同様、CRT50あるいはプリンタ51に出力される。

【0029】このとき、貫通孔4bと貫通孔4aあるいは貫通孔4cを用いた測定において試料の分析量が異なる場合には、オーバーラップする測定範囲において粒度分布曲線が重ならない場合がある。このような場合でも、オーバーラップする測定範囲でそれぞれの累積頻度値の比率から、それぞれの分析量の比を推測することができる。分析量の比Raは、下記の式で表される。

【数1】

$$Ra = \frac{\sum_{i=j}^k Ch_i}{\sum_{i=j}^k Ah_i}$$

【0030】ここで、Ah_iは貫通孔13aによる粒径d_iの粒子頻度、Ch_iは貫通孔13cによる粒径d_iの粒子頻度を指す。Ah_i×Raで得られた値を貫通孔

9

3 aによる新たな頻度データとすることにより、オーバーラップする測定範囲での頻度値の隔たりを修正し、粒度分布曲線を互いに重ね合わせることができる。このような修正手段により重ね合わされた粒度分布測定結果は上記同様に表示される(図11)。なお、同径の粒子でも貫通孔の口径が小さくなるほど、貫通孔通過時の極板19 a, 19 b間の電圧変化量が大きくなるので、各貫通孔13ごとに、予め粒子径と電圧変化量の関係をおいておくことが好ましい。一方、ステップS7での判断がNOの場合には、ステップS7からステップS9に移行する。ステップS9では測定を終了するか否かを使用者が判断する。ステップS9での判断がYESの場合には、測定を終了する。ステップS9での判断がNOの場合には、ステップS10に移行し、他の処理を行う。

【0031】上記実施例では、各雄ねじ部15および雌ねじ部8, 12からなる着脱部が互いに逆ねじで構成されているので、検出ブロック4を一方に振るだけでセル本体2, 3が検出ブロック4を境にして両側部分に分割できる。このため、セル本体2, 3に対する検出ブロック4の取り付け、交換及びその位置決めが容易である。したがって、交換可能な検出ブロック4がセル本体2, 3間に水密に封止されたシースフローセル1を構成することができる。

【0032】また、貫通孔13の開口両端部に外方に向かって拡大したC面(テーパ面)20が、貫通孔の口径Dと長さLの比L/Dにおいて1.2~1.4となるよう形成されているので、開口部7, 11における電界の形成が均一となり粒子の容積とパルス高さの比例関係が成立し易くなる。また、貫通孔13に入る粒子が規制され検出される粒子の個数が正確になる。また、粒度分布測定の際、対象粒子の粒度分布幅が貫通孔13bの測定保証範囲より小さい限り存在する旨、および、口径がより小さい貫通孔13aを用いた再測定を奨励する旨、あるいは、対象粒子の粒度分布が貫通孔13bの測定保証範囲の両側にも存在する旨、および、口径がより小さい貫通孔13aと口径がより大きい貫通孔13cの双方を用いた再測定を奨励する旨、あるいは、対象粒子の粒度分布が貫通孔13bの測定保証範囲より大きい側に存在する旨、および、口径がより大きい貫通孔13cを用いた再測定を奨励する旨が、文章によるメッセージとしてCRTに出力される。このようなメッセージ出力手段により、使用者は測定に使用した貫通孔が試料懸濁液中の粒度分布に対して完全に対応しないことをいち早く知ることができ、適切な貫通孔を容易に選択できる。

【0033】また、2種あるいは3種の異なる貫通孔4を用いた測定において試料の分析量が異なる場合には、オーバーラップする測定範囲において粒度分布曲線が重ならない場合でも、それぞれの累積頻度値の比率からそ

10

れぞれの分析量の比を推測しオーバーラップする測定範囲での頻度値の隔たりを修正して粒度分布曲線を互いに重ね合わせることができる補正手段をあわせてもつので、使用者は粒度分布の測定結果をただちに得ることができる。なお、上記実施例では、メッセージを文章にしてCRT50に出力したが、さらにプリンターに出力してもよいし、LEDの発光、スピーカーによる音声あるいはブザーの鳴動による警告を併せて出力してもよい。また、粒度分布測定結果は、上記した頻度分布曲線のみならずヒストグラムであらわしてもよい。また、積算分布としてあらわしてもよい。

【0034】

【発明の効用】この発明の請求項1にかかる粒度分布測定装置によれば、検出ブロックが、フローセルに着脱可能に形成されているので貫通孔に詰まった物を容易に除去できる。この発明の請求項2にかかる粒度分布測定装置によれば、フローセルが、検出ブロックを境に分割可能に形成されているので、異なる口径の貫通孔を有する検出ブロックを準備すれば、1組のフローセルのみで広い粒度分布を有する粒子の測定が可能となる。また、貫通孔に詰まりが生じた際の貫通孔の排除が容易である。また、所定の口径を有する貫通孔を容易に設定でき、粒度分布測定の自由度を高めることができる。この発明の請求項3にかかる粒度分布測定装置によれば、検出ブロックが、フローセルを水密に封止しかつフローセルと着脱する着脱部を有しているため、検出ブロックの取り付け、交換およびその位置決めが容易である。

【0035】この発明の請求項4にかかる粒度分布測定装置によれば、着脱部が、検出ブロックの両側部分に互いに逆ねじを形成しているため、検出ブロックを一方に振るだけでフローセルが検出ブロックを境にして両側部分に分割でき、検出ブロックの取り外しおよび取り付けがきわめて容易となる。このため、貫通孔の詰まり除去などの操作面における煩雑さが解消される。この発明の請求項5にかかる粒度分布測定装置によれば、貫通孔の開口両端部に外方に向かって拡大したテーパ面をそれぞれ形成しているため、貫通孔の開口周辺における電界の濃度の集中が防止され高い測定精度を得ることができる。また、検出ブロックと両側のフローセルの位置決め精度は、あまり厳密でなくともよい。したがって製造及び組立てが容易になる。このような構成により、貫通孔の詰まり除去などの操作面における煩雑さが低減された粒度分布測定装置を提供できる。

【0036】この発明の請求項6にかかる粒度分布測定装置によれば、測定結果をメッセージとして出力するメッセージ出力手段を有しているため、使用者は測定に使用した貫通孔が試料懸濁液中の粒子の粒度分布に対して不適当であることをいち早く知ることができ適切なサイズの貫通孔を容易に選択できる。

【0037】この発明の請求項7にかかる粒度分布測定

装置によれば、粒度分布データ作成における補正手段を有しているため、一部がオーバーラップする口径の異なる貫通孔を用いて測定し、各貫通孔によって得られた複数の粒度分布を重ね合わせて1つの粒度分布を求めることができる。このため、従来のように測定終了後に行われる計算による結果を待つまでもなく粒子の粒度分布が測定終了と略同時に得られる。したがって試料粒子が広い粒度分布幅を有する場合でも迅速で精度の高い粒度分布測定をおこなうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例による粒度分布測定装置のフローセルの概略構成図。

【図2】図1のフローセルを構成する検出ブロックの斜視図。

【図3】図2の検出ブロックに形成された貫通孔の拡大した断面図。

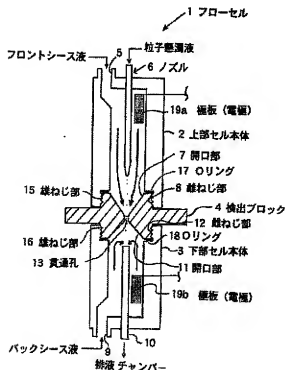
【図4】この発明の一実施例による粒度分布測定装置の概略構成図。

【図5】粒度分布を作成する図4のデータ処理部の概略ブロック図。

【図6】測定方法を示すフローチャート。

【図7】図6の粒度分布データ作成の方法を示すフローチャート。

【図1】



【図8】表示部における粒度分布測定結果の表示の一例を示す図。

【図9】表示部における粒度分布測定結果の他の表示例を示す図。

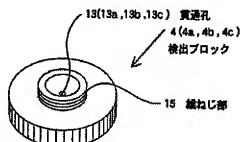
【図10】表示部における粒度分布測定結果のさらに他の表示例を示す図。

【図11】表示部における重ね合わされた粒度分布測定結果の表示例を示す図。

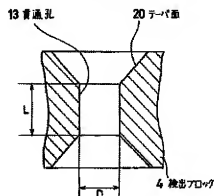
【符号の説明】

- | | | |
|--------|--------------------|----------|
| 10 | 0 | 粒度分布測定装置 |
| 1 | 1 | フローセル |
| 2 | 2 | 上部セル本体 |
| 3 | 3 | 下部セル本体 |
| 4 | 4 (4a, 4b, 4c) | 検出ブロック |
| 8, 12 | 8, 12 | 雄ねじ部 |
| 13 | 13 (13a, 13b, 13c) | 貫通孔 |
| 15 | 15 | 雄ねじ部 |
| 17, 18 | 17, 18 | Oリング |
| 19 | 19 | 電極 |
| 20 | 20 | テーパ面 |
| 26 | 26 | データ処理部 |
| 28 | 28 | 表示部 |
| 29 | 29 | シース液供給部 |

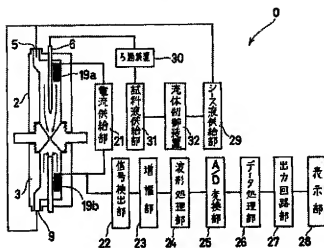
【図2】



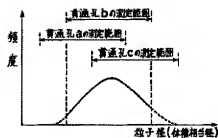
【図3】



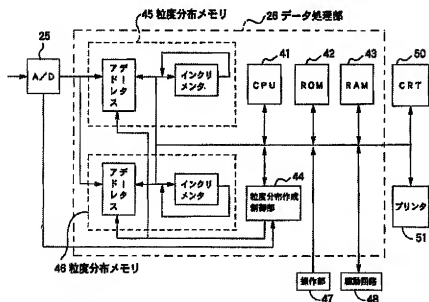
【図4】



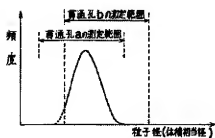
【図8】



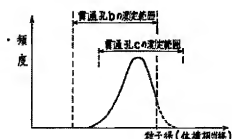
【図5】



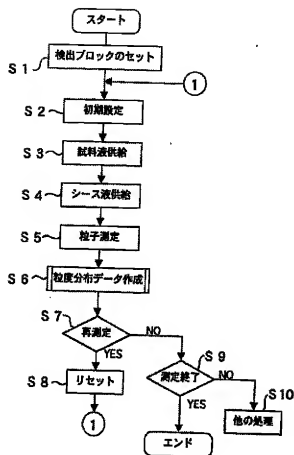
【図9】



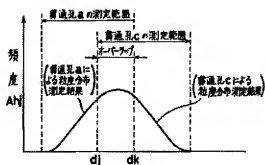
【図10】



【図6】



【図11】



【図7】

